

転ばない

本誌2007年5月号付属V850マイコン基板を活用

二足歩行ロボットの製作

(前編)

岡田 紀雄



本誌2007年5月号付属V850マイコン基板を使用して、二足歩行ロボットを製作した。ジャイロ・センサや無線コントローラを搭載している。逐次、動歩行の計算を行っており、ロボットは転ばない。前編では、きょう体を製作する上での工夫やサーボ・モータの制御方法について解説する。なお、本記事で紹介するアプリケーションのソース・コードなどは本誌のWebサイト(<http://www.cqpub.co.jp/interface/>)からダウンロードできる。(編集部)

今回、本誌2007年5月号に掲載されたV850マイコン基板(写真1(a)、写真1(b))を用いて、二足歩行ロボット(写真2)を製作しました。レート・ジャイロ・センサ(角加速度センサ)や無線コントローラを搭載し、逐次計算による動歩行を行っているのが特徴です。

と、関節を曲げる動作を行うためのサーボ・モータ、コントローラとしてのマイコンを実装したマイコン基板、動作などをサポートするパソコン用プログラムなどをセットにしたものです。初心者でもドライバ1本で組み立てられるように工夫されており、各地で開催されているロボット・コンテストにそのまま出場できるほどです。

1. 二足歩行人間型ロボットとマイコン

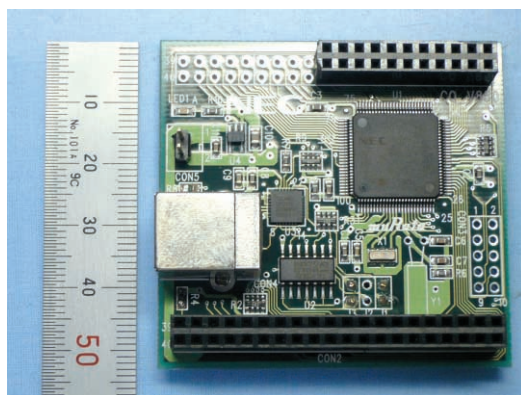
ドライバ1本で作るロボット

ラジコン・カーやラジコン・ヘリコプタなどの販売を展開していたメーカーが、10万円前後の二足歩行人間型ロボット・キット(以下、ロボット・キット)の販売を始めています。ロボット・キットは、ロボットの体型を作るフレーム

このロボット・キットでは、あらかじめ登録したモーションをパラパラ漫画のように連続的に再生し、歩行や格闘技を行います。複雑な数学関数や多数の四則演算などは行いません。マイコンの処理能力は8ビットや16ビットでも十分なため、比較的安価にマイコンを含むハードウェアを構成することができます。このような方式による歩行を「静歩行」と言います。

マイコンに求められる処理能力

企業や大学の研究機関や、一から自分でロボットを作りたいという人たちの間では、より高速な処理を行えるマイコンが使用されています。例えば、複雑な計算に基づいてロボットを逐次動作させる場合は、32ビット・マイコンや



(a) V850 マイコン基板の外観

写真1
本誌2007年5月号付属V850マイコン基板

部品の出っ張りを考慮して、狭いスペースに搭載するため、ピン・フッタをCPU実装面側に搭載。未使用部はピン・フッタなし。ロボット内部にV850マイコン基板を搭載した際のことを考えて、裏面には、フラッシュROM書き込みの際にジャンパ・ショートさせる端子を引き出し、スイッチ一つで書き込みモードに切り替えられるようにした。



(b) ジャンパ・ショートさせる端子を接続させた

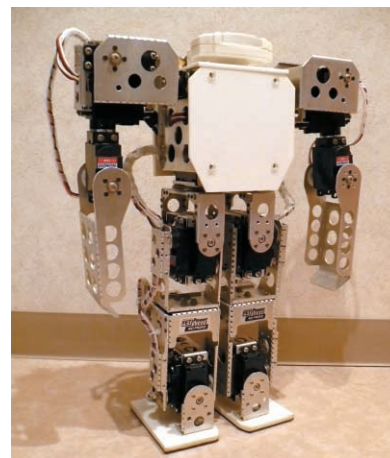


写真2 二足歩行ロボットの外観

64ビット・マイコン、さらには無線LANを使用して外部のコンピュータで動作させる試みが行われています。その中に、FPU(浮動小数点演算ユニット)を内蔵した1200MIPSの処理能力をもつ64ビット・マイコン「UX1200E(シマフジ電機とNECエレクトロニクスの共同開発品)」を搭載した「SEMB1200A(シマフジ電機製)」があります。このマイコン基板は、高性能のCPUを積んでいるにしては比較的安価で小型に仕上がっています(写真3)。

実際、マイコンにはどれくらいの処理能力が要求されるのでしょうか。サーボ・モータの制御周期が10ms(ミリ秒)の場合、次の動作予測とセンサ信号読み取り、センサによる軌道修正を行うことが求められます。ロボットの関節が20個あるとすると、1個当たりの角度計算は0.5ms以内ということになります。画像処理など、大きなデータを扱いたい場合は、さらに演算を短時間で終わらせる必要があります。実際には、センサなどの外部信号処理の周期を演算処理周期として、サーボ・モータ動作のための制御周期を遅らせている場合が多いようです。

本誌2007年5月号のマイコン基板に搭載されたV850ES/JG2は43MIPSの処理能力を持っています。この演算能力があれば、簡単なセンサ情報を反映する逐次計算を行った「動歩行」を行う二足歩行ロボットが作れるのではないかと考えました。

ロボットに合うマイコンの選択

V850などの汎用マイコンを使って電子工作を行う際に、

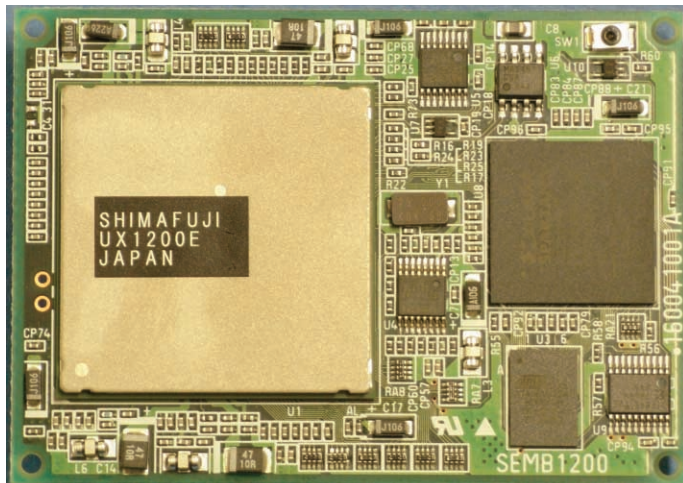


写真3 SEMB1200A(写真はシマフジ電機提供)

64ビットUX1200Eプロセッサ搭載ボード。UX1200Eは50mm×80mmのサイズに1200MIPSの処理能力を持ち、FPUも内蔵する。さらに、32チャンネルのPWMと10チャンネルのUART、CSIを持つ。

筆者が心がけているポイントを紹介します。汎用マイコンは、家電製品などに組み込むことを大きな目的にしているため、多くの入出力の機能は、端子を兼用して搭載されています。言い換えれば、すべての入出力機能を同時には使えません。そのため、マイコン選びは、

1) 使いたい入出力機能があるか

2) 使いたい端子が重なった端子で定義されていないかに注意してください。表1(p.134)はV850マイコン基板のコネクタCN1、CN2、CN3と端子の関係を示したものです。

二足歩行ロボットでは、アナログ系(A-Dコンバータ、D-Aコンバータ)、16ビット・タイマ入出力系(TO/TIxx端子)、シリアル・インターフェース系(CSI、I²C、UART)の入出力機能を使用します。シリアル・インターフェース系が重なっていますが、今回使いたいCSI、I²C、UARTは共に1系統ずつなので、割り振りができます。

使いたい機能の端子を決めた後、汎用入出力端子を使用する場合は、5Vトレラント付きの端子を選ぶとよいでしょう。後から周辺デバイスなどを変更した場合でも、耐圧の高い端子を選んでおくことで、再設計を防げる点で有利です。また、アナログ系端子は、デジタル系の入出力端子として利用しない方がよいでしょう。端子としては独立していても、マイコン内部のアナログ回路にデジタル系回路のノイズが乗りやすくなっています(図1)。

すべての端子を決めた後、コネクタを介してV850マイコン基板を接続する基板(以下、ベース基板)に対して、マイコン端子との関係を見直します。2.54mmピッチのスルー・ホール基板を使って自作する場合、信号に与えるノイズの低減や結線確認を容易にするために、できるだけ配線が交差しないことと、配線の引き回しを最短距離にすることが求められます。また、アナログ系とデジタル系は、GND電位と+3.3V電源を分けることで、アナログ素子に対して高周波ノイズを乗せないようにすることも大切です。V850マイコン基板のように、マイコン基板上でアナログ系とデジタル系が既に結線されているボードを利用する場合でも、可能な限りベース基板上でも配慮した方がよいでしょう。今回製作したベース基板の配置図を図2に、実際にはんだ付けした後の様子を写真4に示します。無償で使えるCad Soft Computer社(URL: <http://www.cadsoft.de/>)のプリント基板設計ツール「Eagle」を用いて基板を設計しました。アナログ系とデジタル系の分離に加